

УДК 591.472

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР В КОЛЕННОМ СУСТАВЕ

А. Н. Щегольников

(Институт зоологии АН УССР)

В суставах тела человека и животных совершаются своеобразные сложные физиологические и биохимические процессы. Синовиальная оболочка играет немаловажную роль в обменных процессах: она активно участвует в образовании и всасывании внутрисуставной жидкости. Причем, в ней не обнаружено каких-либо специальных образований в виде желез, секретирующих синовию, или структур, всасывающих из полости сустава различные вещества (Гаген-Торн, 1883; Сегаль, Segal, 1913; Щелкунов, 1940; Каллистов, 1947; Барон, 1949; Павлова, 1961). Исследования С. И. Щелкунова, И. П. Каллистова, В. Н. Павловой и др. показали, что эта оболочка весьма реактивна и, что в различных ее участках могут образовываться синовиальные выросты-ворсины и складки, которые принято считать функциональными структурами. Количество выростов зависит от размеров сустава и от физической нагрузки на сустав (Каллистов, 1947; Щегольников, 1965).

Локализация синовиальных выростов в суставе изучена неполно. Между тем правильное представление необходимо для более полной характеристики функционального состояния различных отделов сустава. Целью нашего исследования было изучение изменения количества ворсин и складок и их локализации в соответствии с топографической анатомией коленного сустава взрослого человека и животных при различной физической нагрузке на суставы.

Учитывая физическую нагрузку каждого индивидуума (сведения о характере работы получали из анамнеза и историй болезни), мы разделили всех обследованных на две группы: лица, выполнявшие тяжелую физическую работу, и лица, выполнявшие легкую физическую работу. Такое разделение было необходимо для анализа и сопоставления полученных данных.

В I группу вошли разнорабочий-строитель (18 лет), работа которого связана с переноской тяжестей; колхозница (40 лет) — член полевой бригады, работа ее сопряжена с разнохарактерными движениями и локомоцией; механик-моторист (46 лет), выполнявший работы, связанные с переноской и установкой тяжелых деталей машин; прачка (55 лет), работавшая в больничной прачечной, где кроме стирки и глажки необходимо было переносить в тюках мокрое и сухое белье, убирать помещение и выполнять другие работы.

Во II группу включены мужчина-инвалид (35 лет), ходивший на костылях, не опираясь на реампутированную ногу; не работавшая на производстве тучная, малоподвижная женщина (60 лет), большую часть дня проводившая в сидячем положении; мужчина (65 лет), работавший охранником и выполнявший работы по дому; мужчина (69 лет), выполнявший работы в саду, на огороде; мужчина (69 лет), который вел малоподвижный образ жизни, физическим трудом не занимался; мужчина (69 лет), плотничавший в домашних условиях и выполнявший бытовые работы; мужчина (69 лет), работавший дворником и периодически вы-

Таблица 1
Количество ворсин и складок синовиальной оболочки коленного сустава взрослого человека (в шт.)

Объект исследования	Возраст (в годах)	Участок синовиальной оболочки																		Всего	
		1		2		3		4		5		6		7		8		9			
		Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки	Восп-ны	Склад-ки		
П. муж.	18	454	108	183	4	179	47	164	25	155	6	116	14	451	7	169	—	140	—	2011	211
В. муж.	35	115	—	2	—	16	—	46	—	113	—	123	—	36	—	22	—	9	—	485	—
Н. жен.	40	1088	—	19	—	210	—	140	—	187	—	169	—	253	—	148	—	87	—	2301	—
Г. муж.	46	1693	—	32	—	144	—	369	—	61	—	193	—	286	—	259	—	191	—	3228	—
К. жен.	55	325	9	20	14	93	29	41	6	178	31	183	28	55	—	72	—	9	8	976	125
Ж. жен.	60	1	—	2	—	1	—	8	—	36	—	43	—	3	—	37	—	24	—	155	—
Р. муж.	65	28	—	21	—	34	—	70	—	81	—	87	—	76	—	170	—	69	—	636	—
К. муж.	69	209	—	7	—	1	—	123	—	193	26	54	—	65	—	28	11	7	4	657	41
Л. муж.	69	131	1	4	3	46	1	77	—	6	24	14	17	30	—	17	—	19	—	337	46
Т. муж.	69	240	—	60	—	93	—	82	—	86	—	38	—	19	—	57	—	5	—	680	—
Б. муж.	69	245	—	—	—	9	—	78	—	96	—	161	—	127	—	104	—	67	—	877	—
М. муж.	75	12	—	17	—	36	—	54	—	90	—	137	—	17	—	28	—	12	—	403	—

Примечание: Прозекторский материал получен из 1-ой больницы Московского р-на г. Киева. Больные поступили по поводу срочной ампутации ноги в связи с производственными или бытовыми травмами, а также в связи с быстро прогрессирующими заболеваниями (гайгrena, тромбоз сосудов и т. п.).

полнявший работу грузчика; мужчина (75 лет), который работал сторожем и вел малоподвижный образ жизни.

Изучение материала показало, что в коленных суставах людей при повышенной физической нагрузке образуется большое количество синовиальных ворсин, а при снижении физической нагрузки их значительно меньше. Так, в суставах людей, испытывавших большую физическую нагрузку, ворсин на много больше, чем в суставах малоподвижных людей, занятых легкой физической работой (табл. 1). К тому же в суставах рабочих, занятых тяжелым физическим трудом, преобладают крупные и средние ворсины, многие из которых имеют сложную форму: древовидную, булавовидную, в виде кустиков, аркад и т. п. У людей же, деятельность которых связана с малой физической нагрузкой, ворсины преимущественно простые, не ветвистые и в основном маленькие.

Изучая распределение ворсин по площади синовиальной оболочки в коленных суставах людей, мы учитывали характер трудовой деятельности и связанную с ней нагрузку на суставы. Оказалось, что в коленном суставе людей I группы ворсин очень много (больше 3000). В переднем верхнем завороте слизистой оболочки сумки (участок 1), в верхнем латеральном (участок 2) и верхнем медиальном завороте (участок 3) находится около половины общего количества ворсин. Несколько меньше ворсин сосредоточено в зонах вокруг латерального мениска (участок 6) и медиального мениска (участок 7), включающих передне-нижние и задне-верхние латеральные и медиальные завороты синовиальной оболочки. Здесь расположено $1/4$ — $1/6$ всего количества ворсин с некоторым преобладанием их в передней области. $1/7$ — $1/10$ всех ворсин находится в нижнем отделе сустава у латерального мениска (участок 8) и у медиального мениска (участок 9), включая передне-нижние и задне-нижние латеральный и медиальный завороты. В области от нижнего края надколенника до менисков (участок 5) содержится $1/8$ — $1/12$ общего количества ворсин. Меньше всего ворсин ($1/9$ — $1/16$ общего их числа) вокруг подколенника (участок 4).

У людей II группы, выполнявших легкую работу, не связанную с большой подвижностью и переноской грузов, ворсин в коленных суставах оказалось значительно меньше (680—330 шт.), чем у людей I группы. Распределение их по отделам сустава у I и II групп исследованных существенно не отличалось.

В коленных суставах людей II группы, но которые вели малоподвижный образ жизни, ворсин еще меньше — 400—155. Причем большинство их ($2/5$ общего количества) расположено ниже надколенника (на участках 8 и 9). Участки 6 и 7 содержат примерно $1/3$ всех ворсин. $1/5$ — $1/8$ числа ворсин в суставе находится на участке 5. Почти столько же ($1/7$ — $1/8$ часть) содержится на участках 1, 2, 3. В суставе женщины, ведущей преимущественно сидячий образ жизни, в этих участках обнаружено только три ворсины ($1/48$ часть всего их количества) в то время, как у людей, выполнявших тяжелую физическую работу, в этих участках расположено наибольшее количество ворсин (у моториста-механика — 1693). На участке 4 находится $1/9$ — $1/17$ всех ворсин.

Таким образом, наиболее постоянными местами локализации ворсин в коленном суставе человека являются зоны вокруг менисков и область жирового тела. В заворотах синовиальной оболочки, расположенных выше надколенника, количество ворсин изменяется в зависимости от физической нагрузки и подвижности сустава. При малой физической нагрузке или сидячем образе жизни количество ворсин в этих местах наименьшее. Однако оно резко возрастает в коленном суставе подвижных субъектов, занимающихся физическим трудом. Обычно вокруг надко-

ленника у людей обеих групп расположено относительно мало ворсин, но еще меньше их в зонах по сторонам надколенника (на его уровне).

Учитывая, что количество ворсин и складок в коленных суставах людей при различной физической активности различно, мы сопоставили количества, размеры и формы ворсин в коленных суставах людей разного возраста. Оказалось, что у 35-летнего малоподвижного мужчины-инвалида в суставе реампутированной ноги, на которую до операции он не опирался, количество ворсин в четыре раза меньше, чем в суставе 18-летнего разнорабочего и почти в пять раз меньше, чем в суставе 40-летней колхозницы. Обнаружено также, что наиболее близкими по количеству ворсин были коленные суставы 75-летнего сторожа и 35-летнего инвалида. Из четырех 69-летних стариков наибольшее количество и более крупные выросты обнаружены в суставах физически активных лиц, в суставах же тех из них, кто долгое время уже не занимался физическим трудом, эти показатели были самыми низкими. Все это позволяет считать, что снижение подвижности и физической нагрузки на суставы в любом возрасте приводит к снижению функционального состояния синовиальной оболочки и наоборот — постоянное занятие физическим трудом повышает или поддерживает на определенном уровне морфо-функциональное состояние синовиального покрова сустава. Следует подчеркнуть, что во всех суставах взрослых людей ворсины локализируются преимущественно в тех участках синовиальной оболочки, где скапливается основная масса внутрисуставной жидкости (в углублениях и заворотах). Однако она не удерживается постоянно в этих отделах, а при движении перемещается по полости сустава (Манзий, 1959, 1961; Щегольков, 1965).

Изучая локализацию выростов синовиальной оболочки в коленных суставах животных, мы установили наибольшую их концентрацию в местах скопления синовиальной жидкости в суставе. Причем у каждого вида животных и даже у отдельных особей (в зависимости от строения и функции сустава) концентрация ворсин и складок весьма своеобразна (табл. 2).

У кролика домашнего (*Oryctolagus cuniculus* L.) в задних заворотах коленного сустава, где удерживается основное количество синовии, сосредоточено 87,9—90,0% всех ворсин в суставе. В других отделах сустава, куда проникает меньше синовиальной жидкости (передние завороты), насчитывается примерно 2,5—5,1% ворсин. Иное распределение ворсин в суставе зайца-русака (*Lepus europaeus* P a l l.), что связано со свободным перемещением большого количества синовии по всей полости коленного сустава. В передних синовиальных заворотах сосредоточено 41,5—44,7, а в задних — 57,2—63% ворсин.

У кошки домашней (*Felis domestica* B r i s.), медведя бурого (*Ursus arctos* L.), лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes* L.), волка (*Canis lupus* L.), собаки домашней (*Canis familiaris* L.) больше всего ворсин в нижнем заднем отделе сустава, т. е. в местах скопления синовии.

В коленном суставе лошади (*Equus caballus* L.) и слона индийского (*Elephas indicus* L.) наблюдается иная локализация ворсин. Наибольшее количество их в передне-верхнем отделе сустава, где концентрируется основная масса синовии, — у лошади — 62,9, у слона — 73,3%, т. е. в два — три раза больше, чем в ниже-задних отделах суставов.

Сравнивая коленные суставы животных с различной биомеханикой тазовых конечностей (например, слона и кролика) и соответственно с иным характером перемещения и скопления внутрисуставной жидкости, можно легко заметить особенности локализации ворсин в разных отделах суставов. Так, у слона коленные суставы постоянно разогнуты и си-

Т а б л и ц а 2

Локализация ворсин по площади синовиальной оболочки коленного сустава некоторых млекопитающих и человека

Объект исследования	Содержание	Количество ворсин на участках (в %)									Всего (в шт.) min-max
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Заяц-русак	На воле	0-0,8	10,4-10,2	31,1-23,7	1,3-2,6	0-0,8	15,6-3,4	14,6-17,6	14,3-26,0	13,0-15,1	78-117
Кролик	В клетке	0-0	0-0	5,1-2,5	8,0-7,5	13,1-10,0	23,3-29,5	19,0-25,0	13,5-17,5	19,0-8,0	37-40
Кошка домашняя	В виварии	6,8-14,8	0-0	1,8-2,3	13,6-11,7	15,3-16,4	17,0-21,3	13,6-10,0	18,7-15,0	10,2-8,5	59-61
Медведь бурый	В зоопарке	32,5-32,4	0-0	0-0	3,9-10,8	14,0-13,8	3,7-12,7	6,7-11,0	33,6-14,5	5,6-4,8	174-182
Лисица обыкновенная	На воле	11,3-7,6	0-0	8,5-0	1,2-15,6	13,2-21,0	6,6-4,0	14,1-11,0	31,0-19,8	14,1-21,0	106-162
Волк	В зоопарке	13,3-9,6	0-0	0-2,0	3,7-0,5	24,8-27,5	14,0-15,0	10,0-13,5	14,6-18,9	19,6-13,0	268-581
Собака домашняя	На воле	22,5-24,1	0,1-1,0	7,8-0,9	8,0-5,2	19,0-11,4	16,3-27,3	15,8-13,5	5,5-11,1	5,0-5,0	1386-2115
	В виварии	12,8-5,0	0-0,7	1,4-1,8	15,1-12,7	14,0-36,5	18,0-15,8	20,0-17,0	11,6-7,8	7,1-5,7	251-434
	Опыт с беговой нагрузкой	12,3-29,0	0-0,9	1,4-3,6	9,9-11,0	13,5-18,0	21,7-12,0	22,9-16,1	8,9-6,8	10,0-6,8	870-1683
Лошадь	Опыт с иммобилизацией, ампутацией	2,1-2,5	0-0	4,9-3,5	8,4-5,5	16,1-19,4	18,2-24,0	5,6-19,0	33,5-14,3	11,2-6,8	144-195
	В обычных условиях работы	6,5	45,4	11,0	0,1	22,6	6,5	2,6	2,0	3,3	21257
Слон индийский	В зоопарке	38,7	22,6	12,0	0,6	10,8	6,6	8,0	0,4	0,3	58625
Человек		0,6-5,6	1,3-0,9	0,6-4,3	5,2-13,7	23,4-1,8	27,3-5,8	2,0-8,5	24,0-7,7	15,6-5,7	155-3291

новия удерживается в верхнем переднем завороте, где и сосредоточено 73,3% ворсин; у кролика, наоборот, коленные суставы согнуты, и лишь незначительное количество синовии проникает в передне-верхний заворот, удерживаясь в основном в задне-нижних отделах сустава, где и расположено 87,9—90% ворсин.

У людей различной профессии в одних случаях (механик-моторист) в передне-верхнем отделе коленного сустава содержится 56,8% всех ворсин сустава, в ниже-заднем отделе — только 29,5%; у людей не занятых физическим трудом и ведущих в основном сидячий образ жизни, наоборот, в передне-верхнем отделе расположено 2,5% ворсин, в задне-нижнем отделе — 92,3%. Однако у подвижных лиц в коленных суставах выросты рассеяны по всей синовиальной оболочке почти равномерно, что, как мы полагаем, связано с постоянной подвижностью сустава.

Достоверность наших данных о преимущественной локализации выростов синовиальной оболочки в местах скопления внутрисуставной жидкости подтверждается и в экспериментах на животных. У собак свободного содержания в передне-верхнем отделе коленных суставов находится 13,8—14,2% ворсин. В суставах собак, получавших ежедневную беговую нагрузку в третбане, количество ворсин в этом отделе сустава увеличилось до 34,3%, а у собаки с ампутированной голенью (коленный сустав постоянно согнут) — всего лишь 11% ворсин. При иммобилизации конечности в согнутом положении количество ворсин на участках выше надколенника значительно уменьшается и составляет всего 7%. Особенно показательно изменение количества ворсин в передне-верхнем завороте. Так, при свободном содержании собак количество ворсин в этом отделе составляет около 13%, при беговой тренировке оно возрастает до 29%, а при ампутации голени или иммобилизации сустава (в согнутом положении) снижается до 2,1—2,5%.

Изучение локализации выростов по площади синовиальной оболочки и перемещения синовиальной жидкости в коленных суставах исследованных млекопитающих позволяют заключить, что ворсины располагаются преимущественно в местах скопления и перемещения синовии. Эти структуры весьма лабильны и могут определенным образом отражать функциональное состояние различных отделов сустава в зависимости от физической нагрузки, динамики и позиции сустава при ограничении подвижности (в согнутом или разогнутом положении).

В исследованиях, проведенных нами на 120 коленных суставах человека и животных, получены данные о локализации синовиальных ворсин и складок. Эти данные, вопреки распространенному взгляду, будто указанные выросты расположены преимущественно вокруг коленной чашки, показывают, что как у человека, так и у животных постоянными участками локализации синовиальных выростов в суставе являются жировое тело и области синовиальной оболочки вокруг менисков. Однако в зависимости от строения, биомеханики сустава и мест скопления синовии в нем большие количества выростов могут наблюдаться и в синовиальных заворотах верхнего и нижнего его отделов. При физической нагрузке на сустав синовиальные выросты появляются почти на всей поверхности синовиальной оболочки.

ЛИТЕРАТУРА

- Барон М. А. 1949. Реактивные структуры внутренних оболочек. Л.
Гаген-Торн О. 1883. Развитие и строение синовиальных оболочек. Докт. дисс. СПб.
Каллистов И. П. 1947. Волокнистая конструкция и реактивные структуры синовиальной оболочки коленного сустава. Автореф. докт. дисс. М.

- Манзий С. Ф. 1959. Запястье млекопитающих в свете эволюции и функции их грудных конечностей. Автореф. докт. дисс. К.
- Его же. 1961. О рессорно-тормозных приспособлениях запястья млекопитающих. Архив анат., гистол и эмбриол., № 11
- Павлова В. Н. 1962. Функциональная морфология синовиальной оболочки коленного сустава человека и животных. Автореф. докт. дисс. М.
- Щегольков А. Н. 1965. Взаимозависимость интенсивности васкуляризации синовиальной оболочки и локализации синови в суставе. В сб.: «Адаптивные особенности кровеносной и других систем органов у млекопитающих и птиц». К.
- Щелкунов С. И. 1940. Строение синовиальной оболочки. Тр. Военно-мед. акад. им. Кирова, т. 24.
- Segal C. 1913. Über die Regeneration der Sindhialmembran und der Gelenk-Kapsel. Brun's Beiträge zur Klin. Chir., Bd. 87.

Поступила 28.V 1969 г.

LOCALIZATION OF FUNCTIONAL STRUCTURES IN KNEE JOINT

A. N. Shchegolkov

• (Institute of Zoology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR)

Summary

Synovial processes of joints — villi and folds are reactive structures. They are formed in those sections of the joint where synovial liquid accumulates. Their localization in different animals depends on the joint biomechanics.